Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Über die chemische Zusammensetzung der Amphibole.

Von Dr. **Fritz Berwerth.**

(Die Analysen wurden im Laboratorium des Herrn Prof. E. Ludwig ausgeführt.)

Über die chemischen Beziehungen der Amphibol- und Pyroxenminerale, welchen zufolge ihres Krystallbaues und der weiten Verbreitung die gleich hohe und hervorragende minera logische und geologische Bedeutung zukommt, wie den Mineralen der Feldspath- und Glimmergruppe, haben in neuerer Zeit vornehmlich Rammelsberg und etwas später Tschermak in seiner wichtigen Arbeit „Über Pyroxen und Amphibol“ es versucht, Aufklärungen zu geben. Rammelsberg legte seinen Untersuchungen zahlreiche eigene Analysen zu Grunde, während Tschermak es unternahm, die chemischen Componenten der beiden Mineralreihen mittelst Berechnung einer Auswahl ihm vertrauenswürdig erscheinender Analysen zu eruiren.

Die Interpretation der Analysen von den thonerde- (eisenoxyd-) haltigen Gliedern der beiden Mineralreihen hat anknüpfend an die Untersuchungen von H. Rose und Bonsdorff auch den beiden erstgenannten Forschern die überwiegendsten Schwierigkeiten bereitet, während die Constitution der thonerdefreien, einfach zusammengesetzten Glieder schon bei dem Beginne der Untersuchungen mehr oder weniger richtig erkannt war. So gründete sich denn auch bei Tschermak und Rammelsberg der Unterschied in der Auffassung über die Zusammensetzung der Augite und Hornblenden hauptsächlich auf die verschiedene Rolle der Thonerde, welche beide Forscher ihr in den thonerdehaltigen Gliedern zutheilten. Rammelsberg betrachtete die thonerdehaltigen Augite und Hornblenden als isomorphe Mischungen von reiner Thonerde und Bisilicaten ($SiR''O_3$). Diese wenig befriedigende Ansicht Rammelsberg's verliess Tschermak,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

indem er es versuchte, ein Thonerdesilicat in die Verbindung zu substituiren, für dessen Existenz mehrere Anzeichen vorhanden waren. Manche Analysen liessen sich unter dieser Voraussetzung berechnen, andere wieder nicht. Eine Lösung der bei der Rechnung auftauchenden Widersprüche und eine Vereinfachung der sich ergebenden Complicationen erwartete daher Tschermak von einer neuen Untersuchung, welche Forderung zu erfüllen im Folgenden der Versuch gemacht ist.

Den Inhalt der vorliegenden Abhandlung machen jedoch nur einige chemische Untersuchungen der verschiedenen Glieder der Hornblendegruppe aus, obgleich es sehr erwünscht gewesen wäre, im Zusammenhange mit der Untersuchung der Hornblenden gleichzeitig einzelne Vertreter der Augitgruppe in den Bereich der Untersuchung zu ziehen, um auch nach den neuen Gesichtspunkten auf den chemischen Einklang der beiden Mineralreihen zu prüfen. Indess muss ich gegenwärtig hierauf Verzicht leisten, da mir die Beschaffung des analytischen Augitmateriales und besonders die Untersuchung desselben erst in nächster Zeit möglich ist.

Gelegentlich der Untersuchung von Strahlsteinkryställchen und zwei dichten Strahlsteinen (Nephrit) aus Neu-Seeland habe ich den nachgewiesenen Wassergehalt, welchen übrigens fast sämmtliche ältere Analysen im Mittel von ungefähr 2% ausweisen als einen wesentlichen Bestandtheil der analysirten Substanz in die empirische Formel aufgenommen. Ich hielt es für ein wissenschaftliches Gebot, jenen Wassergehalt in die Rechnung mit einzubeziehen, da er in einem gewissenhaft geprüften und mit unseren heutigen Beobachtungsmitteln rein und frisch befundenen Materiale aufgefunden worden war. In erster Reihe sollte dadurch der auch heute noch mit Bewusstsein begangene Fehler vermieden werden, der dadurch verübt wird, dass ein 1—2percentiger Wassergehalt eines Silicates einer geringen Veränderung des betreffenden Minerales zugeschrieben und dieses Umstandes wegen mit Ausschliessung jedweder übrigen Rücksichten die Eliminirung des Wassergehaltes vorgenommen wird. Durch diese aus früherer Zeit vererbte Gepflogenheit ist die richtige Deutung mancher Analyse unmöglich geworden. Es wurde gar oft unbeachtet gelassen, dass in Folge einer nur wenig tiefgehenden Veränderung am betreffenden Silicate neben den wasserfreien,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

constituirenden Verbindungen eine wasserhaltige Verbindung coexistiren musste, die oft mit einem sehr geringen Wassergehalte eine falsche Darstellung über die Zusammensetzung der ursprünglichen Substanz veranlassen konnte. Die genetischen Beziehungen des untersuchten Minerales wurden gar selten beobachtet. Mittelst deren Berücksichtigung wäre gewiss manche widerspruchsvolle und gezwungene Speculation besonders über die Zusammensetzung complicirter Verbindungen unmöglich geworden. Da es allgemein bekannt ist, dass sehr geringe Wassermengen ausreichen, chemische Umsetzungen und im Laufe der Zeit grosse geologische Veränderungen zu bewirken, so wird hinfort der Mineral-Chemiker bei seinen Untersuchungen die Bestimmung des Wassergehaltes in den Silicaten als eine seiner wichtigsten Aufgaben betrachten müssen, um erst durch Gewinnung der unscheinbaren Mengen von Wasser — die mechanisch eingeschlossene Wassermenge muss bei einer guten Präparation des Materials zur Analyse auf einen nicht mehr massgebenden Minimalbetrag reducirt werden — das untersuchte Material nach seinem wahren Bestande kennen zu lernen.

Während der Veröffentlichung der Strahlsteinanalysen waren meine Vorstellungen über die Rolle des Wassers sehr unklare und ich behielt mir daher vor, meine Ansicht hierüber zu äussern, wenn auch die Untersuchung der übrigen Glieder der Hornblendegruppe durchgeführt sei. Bei der Untersuchung musste ich also strenge bestrebt sein, für den Wassergehalt möglichst genaue Werthe zu erhalten, und dieser Ursache wegen sehe ich mich veranlasst, die mit Vorsicht angestellten Bestimmungen des Wassers in den folgenden Analysen besonders hervorzuheben und bemerke ich hierzu noch, dass sämmtliches ausgesuchte Materiale nach Möglichkeit auf Reinheit und Frische geprüft war. Zur Bestimmung des Wassers wendete ich die von L. Sipöcz[1] beschriebene Methode an. Diese Methode ist augenblicklich die beste und in vielen Fällen allein brauchbare in der Silicatanalyse und es ist dringend zu verlangen, dass dieselbe bei den Wasserbestimmungen in den Silicaten zur allgemeinen Anwendung komme, da sie es ermöglicht, auf eine einfache und leicht anwendbare Art manche Fehler zu verbessern, welche vielen Silicatanalysen anhaften, und neue Fehler zu vermeiden.

[1] Sitzb. d. k. Akad. d. W. in Wien. 1877, II. Abth. Bd. LXXVI, S. 51.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Zu den Bestimmungen der übrigen Bestandtheile habe ich nur zu bemerken, dass die heute gewöhnlich gebrauchten Methoden zur Anwendung kamen. Eine Abänderung wurde nur bei der Aufschliessung zur Eisenoxydulbestimmung vorgenommen, indem sämmtliche Materialproben im zugeschmolzenen Glasrohre mit mässig verdünnter Schwefelsäure aufgeschlossen wurden. Während einer längeren Erhitzung bis auf 200° C. fand in jedem einzelnen Falle eine vollständige Zersetzung der angewandten Substanz statt. Die volumetrischen Bestimmungen wurden gleichzeitig und unter den gleichen Bedingungen durchgeführt.

Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes wurden ausnahmslos Krystallsplitter gewählt.

Bei der Berechnung der Analysen wurde die Isomorphie der Thonerde und des Eisenoxyd, des Eisenoxydul und der Magnesia und des Kali mit Natron angenommen. Wegen der relativ am meisten genauen Bestimmung der Kieselsäure wurden die Analysen auf Kieselsäure als Einheit gerechnet.

Bei den vorliegenden Untersuchungen war mein Bestreben darauf gerichtet, den Weg zur Ermittlung der constituirenden Verbindungen der Amphibole zu finden und die chemische Natur derselben auf eine möglichst rationelle Weise klar zu erkennen. Ob ich zur Lösung dieser Aufgabe den richtigen chemischen Schlüssel gefunden habe, kann jetzt nicht erörtert werden; ein abschliessendes Urtheil wird sich erst aus der Untersuchung der Augite ergeben.

Tremolith.

Zur Analyse wählte ich den Tremolith vom St. Gotthard, da dieses Vorkommen neben allen übrigen mir bekannten Tremolithvorkommnissen jene Ansprüche, die an das Analysenmaterial gestellt werden, am besten erfüllt. Aus den im Dolomit auftretenden strahligen Krystallbündeln lassen sich wasserhelle, durchsichtige Säulchen ablösen, die, wenn sie zu einer grösseren Masse angehäuft sind, in Folge ungemein zahlreicher Quer- und Längsspalten eine weisse Farbe zeigen. Meine Sorgfalt bei der Auswahl der Krystallpartikel musste sich umsomehr steigern, da ich über den Wassergehalt, der in den Strahlsteinen und allen übrigen Hornblenden gefunden worden war, eine principielle

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Entscheidung treffen musste. Für die Lösung dieser Frage schien mir das ausgewählte Material jede Gewähr zu bieten. Doch war es nicht so. Als ich die Zerkleinerung der ausgesuchten Krystallbruchstücke vornahm, bemerkte ich unter den glänzenden Spaltstückchen und Krystallsplittern einen sehr kleinen Flitter, der einem fremdartigen Körper zugehörte, welchen von den Tremolithstückchen zu unterscheiden, wenn man ihm die Aufmerksamkeit einmal zugewendet hatte, wegen seines fettigen Glanzes und seiner Milde unschwer war. Glanz und Milde der Schüppchen sprachen deutlich dafür, dass Talk vorliege. Der Versuch, mehrere ähnliche Blättchen aus dem vorhandenen Materiale auszuscheiden, war vergeblich. Etwa noch vorhandener Talk musste daher in äusserst dünnen Blättchen den Tremolithkrystallen beigemengt sein. Seine Anwesenheit ist jedoch durch den schillernden Glanz, der sich hie und da auf den Spaltflächen zeigt, angedeutet. Von fremdartigen Körpern fand ich ferner zwei winzige Erzkörnchen beigemengt, die ich mit der Loupe als Pyrit erkennen konnte. Nach meiner Beobachtung waren diese Körnchen bei dem Zerdrücken der Krystalle aus denselben herausgefallen. Ein mikroskopischer Nachweis hatte sich für keinen der beiden fremden Körper ergeben.

V. d. L. zeigen sich an einem Krystallsplitter nach längerem Glühen deutlich trübe weisse Partien, die in den Krystall hinein verlaufen, während andere Partien des Krystalles unverändert bleiben. Aus diesem Verhalten ist ebenfalls ein untrügliches Merkmal für die Einlagerung von Talk gegeben.

Das Resultat der Analyse ergab sich aus folgenden Bestimmungen:

A. 1·0956 Grm. Substanz gaben mit kohlensaurem Natronkali, nach der Methode von L. Sipöcz aufgeschlossen, 0·0199 Grm. Wasser; 0·6389 Grm. Kieselsäure; 0·0034 Grm. Eisenoxyd; 0·0089 Grm. Thonerde; 0·1497 Grm. Kalk; 0·7530 Grm. pyrophosphorsaure Magnesia entsprechend 0·2713 Grm. Magnesia.

B. 1·0210 Grm. Substanz mit kohlensaurem Natronkali, nach der Methode wie in *A* aufgeschlossen, gaben 0·0194 Grm. Wasser; 0·5976 Grm. Kieselsäure; 0·0030 Grm. Eisenoxyd; 0·0032 Grm. Thonerde; 0·1391 Grm. Kalk; 0·7030 Grm. pyrophosphorsaure Magnesia entsprechend 0·2533 Grm. Magnesia.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Auf Fluor und auf Alkalien wurde nicht untersucht.

Ich muss hier erwähnen, dass bei beiden Analysen die Substanz vor der Aufschliessung 5 Stunden lang bei einer zwischen 130°—140° C. schwankenden Temperatur getrocknet wurde.

Nach Umwandlung der gefundenen Mengen des Eisenoxydes in Eisenoxydul, welche ich, da der Pyrit in äusserst minimaler Menge beobachtet wurde, und mir auch eine Probe auf Schwefel kein Resultat gab, nicht auf solchen umrechnen will, erhält man aus den angeführten Quantitäten folgende Percentzahlen für die Analyse:

	A	*B*	Mittel
Kieselsäure	58·31	58·49	58·40
Thonerde	0.81	0·31	0·56
Eisenoxydul	0·27	0·26	0·26
Kalk	13·66	13·61	13·63
Magnesia	24·85	24·79	24·82
Wasser	1·81	1·89	1·85
	99·71	99·35	99·52.

Das specifische Gewicht wurde mit Anwendung von 2·8303 Substanz bei 26° C. zu 3·027 gefunden.

Wenn für die gefundenen Mengen Eisenoxydul die äquivalenten Mengen Magnesia in die Analysen eingeführt und diese Analysen auf 100 gerechnet werden, so ergeben sich als Mittel aus den reducirten Analysen die unter I *r* angeführten Zahlen:

	I *r* Mittel
Kieselsäure	58·74
Thonerde	0·58
Kalk	13·71
Magnesia	25·11
Wasser	1·86
	100·00.

Aus diesem Mittelwerthe der beiden Analysen berechnet sich folgendes Verbindungsverhältniss:

SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	H_2O
9·79	0·05	2·44	6·27	1·03.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Bei Vernachlässigung der geringen Menge Thonerde führt das gefundene Verbindungsverhältniss auf folgende Formel:

$$20\,SiO_2 . 5\,CaO . 13\,MgO . 2\,H_2O.$$

Wenn man die percentischen Zahlen, welche dieser Formel entsprechen, mit den gefundenen Zahlen der reducirten Analyse vergleicht, so zeigt sich folgende nahe Übereinstimmung zwischen Rechnung und Versuch:

	Rechnung	Versuch	± Differenz
Kieselsäure	58·94	58·74	+0·20
Kalk	13·75	13·71	—0·04
Magnesia	25·54	25·11	—0·43
Wasser	1·77	1·86	+0·09.

Da zwischen Säure und Basis ein gleiches Atomverhältniss besteht, so könnte der Tremolith als eine Mischung aus drei Verbindungen in folgendem Verhältnisse angesehen werden:

$$\left.\begin{matrix} 5\,CaSiO_3 \\ 13\,MgSiO_3 \\ 2\,H_2SiO_3 \end{matrix}\right\} .$$

Doch ist in dieser Form die Zusammensetzung des untersuchten Tremolith nicht richtig dargestellt. Es wurde nämlich weiter oben mitgetheilt, dass die Tremolithkrystalle einen Fremdkörper einschliessen, dessen Eigenschaften ihn als Talk kennzeichnen. Dass diese Beimengung nun wirklich Talk ist, wird auch durch die Analyse bestätigt. Nimmt man zur Berechnung der dem Tremolith beigemischten Talkmenge, die jetzt für den Talk allgemein adoptirte Formel $Si_4Mg_3H_2O_{12}$ an, so ergibt sich, wenn man der Berechnung den ganzen Wassergehalt der Analyse unterlegt, dass der untersuchte Tremolith nur aus 3 Theilen Tremolith und aus 2 Theilen Talk besteht.

Dieses Ergebniss bestätigen folgende Zahlen:

	Analyse	3 Tr. + 2 Talk	± Differenz
Kieselsäure	58·74	58·98	—0·24
Kalk	13·71	14·11	+0·40
Magnesia	25·11	25·01	+0·10
Wasser	1·86	1·90	—0·04.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Drücken wir dieses Verhältniss in den Percentzahlen der Analyse aus, so sind 60·36% Tremolith 39·06% Talk beigemengt, wobei der sich ergebende Rest durch 0·58% Thonerde gedeckt erscheint.

Zerlegen wir nun die obige Formel diesen Ergebnissen gemäss in ihre entsprechenden Bestandtheile, so erhält man folgenden Ausdruck für den untersuchten Tremolith:

$$\left.\begin{matrix} 3 \left\{\begin{matrix} 5\,CaSiO_3 \\ 7\,MgSiO_3 \end{matrix}\right. \\ 2 \left\{ Mg_6H_4Si_8O_{24}, \right. \end{matrix}\right.$$

oder für den reinen Tremolith:

$$\left.\begin{matrix} 4\,CaSiO_3 \\ 5\,MgSiO_3 \end{matrix}\right\}.$$

Obgleich Beobachtung und Rechnung diese Auslegung der Analyse befürworten, bleibt die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass vorstehende Formel eine Änderung erfahren muss, wenn man die Einwendung als giltig anerkennt, dass es etwas unwahrscheinlich sei, unter 3 Theilen Tremolith 2 Theile Talk fast gänzlich der Beobachtung entzogen zu sehen. Sollte also der hohe Talkgehalt aus physikalischen Ursachen geleugnet werden, so müsste ein proportionaler Theil des Wasserstoffes vorläufig ebenso wie bei anderen Amphibolen zur Bildung eines dem Kalk- und Magnesiasilicate gleichatomigen Kieselsäurehydrates verwendet werden. Bei dieser Voraussetzung ist für den reinen Tremolith folgende allgemeine Formel anzunehmen:

$$\left.\begin{matrix} CaSiO_3 \\ MgSiO_3 \\ H_2SiO_3 \end{matrix}\right\}.$$

Als ich meine Untersuchungen über den Tremolith in der vorliegenden Form abgeschlossen hatte, fand ich in der Abhandlung über die Augitarten von H. Rose[1] die Bemerkung über den 3·11percentigen Wassergehalt eines Sahlit, auf welche Stelle

[1] Schweigg. Journ. 1822, Bd. 35. S. 106.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

jener Abhandlung wohl auch Tschermak sich in seiner Arbeit bezieht, wo er die Abweichungen, welche sich bei der Berechnung der Minerale aus der Diopsidreihe ergeben, durch Aufnahme von Wasser erklärt, wodurch die betreffenden Minerale Kalk verlieren und Talk gebildet wird. Rose hatte nämlich bei der Analyse eines Sahlit gefunden, dass die Analyse nur in dem Falle die Formel eines Bisilicates ($R''O . SiO_2$) gibt, wenn der Wassergehalt in Rechnung genommen wird. Da er aber keinen Grund fand, hier ein Kieselsäurehydrat anzunehmen, prüfte er den Sahlit mittelst Glühen in gedeckten Gefässen auf Speckstein oder Serpentin. Das Ergebniss dieser Untersuchung theilt er nun auf Seite 106 der citirten Abhandlung im folgenden Satze mit: „Da Speckstein und sowie auch gewöhnlicher Serpentin dicht neben Sahlit in grosser Menge vorkommen, so sieht man leicht ein, dass diese untersuchten Sahlite nichts anderes sind als Pyroxene, d. h. Bisilicate von Kalk- und Talkerde mit variirender Einmengung von Speckstein oder edlen Serpentin".

Ich habe diesen Satz hier wiederholt, weil er uns belehrt, dass Rose schon im Jahre 1822 die richtige Vorstellung über die Rolle des Wassers in einer Augitart sich gebildet hatte. Es erscheint nach solchen bestimmten Mittheilungen Rose's daher gewiss befremdlich, dass Rammelsberg gelegentlich der eigenen zahlreichen Untersuchungen an den Augiten und Hornblenden folgenden Satz niederschrieb:[1] „Der Glühverlust ist der, den das grobe Pulver in mässiger Rothglühhitze erleidet, wobei es äusserlich sich nicht verändert. Es beträgt $^1/_4$ bis 1 Percent und besteht wohl nur in hygroskopischer Feuchtigkeit."

Die Umwandlung der thonerdefreien Augite und Hornblenden in Talk ist durch zahlreiche Beobachtungen bestätigt. Im vorliegenden Falle möchte ich mich jedoch nur bedingungsweise zu der Ansicht bekennen, dass der Talkgehalt des analysirten Tremolith aus der Veränderung des Letzteren hervorgegangen sei. Ich halte hier den Talk für eine gleichzeitige Bildung und nehme an, dass die ausgezeichnete Spaltbarkeit durch die Einschaltung äusserst dünner Talklamellen nach dem Prisma zwischen die Tremolithsubstanz bedingt ist.

---

[1] Pogg. Ann. 1858, Bd. 103, S. 440.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Strahlstein.

Die chemische und mineralogische Untersuchung von Strahlsteinkrystallen und dichten Varietäten derselben (Nephrit) habe ich bereits früher mitgetheilt.[1] Hier soll nur die Discussion der Analysen, welche ich damals absichtlich unterliess, nachgeholt werden.

Strahlsteinkryställchen aus dem Nephrit. Die Analyse hatte für diese Strahlsteinkryställchen folgende Zusammensetzung ergeben:

Kieselsäure	56·55
Thonerde	0·21
Eisenoxydul	6·21
Kalk	13·60
Magnesia	19·78
Wasser	2·81
	99·16.

Specifisches Gewicht = 3·0895.

Wird die geringe Menge Thonerde vernachlässigt, für das Eisenoxydul die äquivalente Menge Magnesia genommen und die Analyse auf 100 gerechnet, so erhält man für die reducirte Analyse folgende Percentzahlen:

Kieselsäure	58·79
Kalk	14·14
Magnesia	24·15
Wasser	2·91.

Diesen Zahlen entspricht das Verbindungsverhältniss:

SiO_2	CaO	MgO	H_2O
9·79	2·52	6·03	1·62,

woraus sich folgende Formel ableitet:

$$20SiO_2 . 5CaO . 12MgO . 3H_2O.$$

[1] Sitzber. der Wiener Akad. 1879, I. Abth. Juli-Heft.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Vergleicht man die percentischen Zahlen dieser Formel mit den Zahlen der Analyse, so zeigt sich folgende nahe Übereinstimmung:

	Rechnung	Versuch	± Differenz
Kieselsäure	59·52	58·79	—0·73
Kalk	13·89	14·14	+0·25
Magnesia	23·81	24·15	+0·34
Wasser	2·78	2·92	+0·14.

Versucht man die Rechnung in der Voraussetzung zu führen, dass der gesammte Wassergehalt beigemengtem Talke angehöre, so müsste die Talkmenge 61·34% ausmachen. Ein solch hoher Percentgehalt kann aber nicht zugestanden werden und ausserdem gibt der Rest von 38·66% kein Bisilicat. Nimmt man dagegen zwischen beiden Theilen das gleiche Molecularverhältniss wie bei dem Tremolith 2 : 3 an, so zeigt sich zwischen Rechnung und Versuch folgende Annäherung:

	2 Ta + 3 Tr	Versuch	± Differenz
Kieselsäure	58·98	58·79	—0·19
Kalk	14·11	14·14	+0·03
Magnesia	25·01	24·15	—0·86
Wasser	1·90	2·92	+1·02.

Wenn man in Erwägung nimmt, dass 0·21% Thonerde, wahrscheinlich auch Spuren von Alkalien, auf welche nicht geprüft wurde, in die Rechnung nicht einbezogen wurden, so kann die Übereinstimmung befriedigen. Die Annahme, dass Talk den Strahlsteinkryställchen beigemengt sei, unterstützen keine äusseren Merkmale. Nach den am Tremolith gesammelten Erfahrungen ist jedoch die Einlagerung von Talklamellen sehr wahrscheinlich gemacht. Den Wassergehalt als Folge einer Substanzveränderung anzunehmen, ist im gegebenen Falle ausgeschlossen. Stellt man nämlich die empirischen Formeln des Tremolith und des Strahlstein nebeneinander, so zeigt sich, dass der Kalkgehalt keinen Verlust erfahren hat und nur für Magnesia eine äquivalente Menge Wasser eingetreten ist. Die Constanz des Kalkgehaltes erweisen auch andere Strahlsteinanalysen. Die Entscheidung, ob Talk als Beimengung im Strahlstein anzunehmen

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

ist, und in welchem Molecularverhältnisse beide gemengt sind, ist sehr schwierig, weil Analysen anderer Hornblendeglieder vorläufig die Annahme eines Kieselsäurehydrates nothwendig machen.

Wenn man annimmt, dass die obige Formel in folgende Verbindungen

$$\left.\begin{array}{l} Si_4Mg_3H_2O_{12} \\ 5\,SiCaO_3 \\ 9\,SiMgO_3 \\ 2\,SiH_2O_3 \end{array}\right)$$

zerlegt werden müsse, so ergibt der Vergleich zwischen Rechnung und Versuch Folgendes:

	Rechnung	Versuch	± Differenz
Kieselsäure	59·76	58·79	—0·97
Kalk	14·20	14·14	—0·06
Magnesia	23·05	24·15	+1·10
Wasser	2·99	2·92	—0·07.

Ursprünglich hatte ich aus der nicht reducirten Analyse der Strahlsteinkryställchen die Formel $Si_{20}Fe_2Ca_5Mg_{11}H_6O_{61}$ abgeleitet. Nach der vorstehenden Berechnung ist sowohl diese Formel als auch die für die dichten Strahlsteine angenommene Formel aufzugeben. Alle diese Formeln liessen erkennen, dass regelmässig ein Überschuss an Basen vorhanden sei, um mit der Säure Bisilicate bilden zu können. Die gleiche Erscheinung zeigt sich bei den Analysen des Talk. Die allgemein adoptirte Formel des Talk $Si_{20}Mg_{15}H_{10}O_{60}$ stimmt mit dem Kieselsäuregehalte der bekannten Analysen weniger gut als die Formel $Si_{20}Mg_{16}H_{10}O_{61}$. Letztere Formel wurde aus einer Analyse gerechnet, welche Scheerer an einem Talke von Tyrol ausgeführt hat. In wie weit der Wiederkehr dieses basischen Überschusses in den betreffenden Analysen ein gesetzmässiges Verhalten zu Grunde liegt, müssen neue Untersuchungen in der Talkgruppe lehren. Es ist also wohl möglich, dass ich durch die Benützung der Formel $Si_4Mg_3H_2O_{12}$ einen falschen Factor in der Rechnung verwendet habe.

Dichter Strahlstein (Nephritblock aus Neu-Seeland). Die folgende Zusammensetzung ist das Mittel aus zwei Analysen:

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Kieselsäure	57·35
Thonerde	0·22
Eisenoxydul	5·94
Kalk	13·47
Magnesia	20·70
Wasser	3·13.

Nach Ausschluss der kleinen Menge Thonerde und Umwandlung des Eisenoxydul in die äquivalente Menge Magnesia und Berechnung der Analyse auf 100, erhält man folgende Zahlen für die reducirte Analyse:

Kieselsäure	58·55
Kalk	13·75
Magnesia	24·50
Wasser	3·20.

Als Verbindungsverhältniss ergibt sich:

SiO_2	CaO	MgO	H_2O
9·75	2·45	6·12	1·77.

Hieraus berechnet sich die Formel:

$$20\,SiO_2 . 5\,CaO . 12\,MgO . 3\,H_2O,$$

deren Zahlen mit den Zahlen der Analyse folgende Annäherung zeigen:

	Rechnung	Versuch	± Differenz
Kieselsäure	59·52	58·55	—0·97
Kalk	13·89	13·75	—0·14
Magnesia	23·81	24·50	+0·69
Wasser	2·78	3·20	+0·42.

Wird die Berechnung für ein Gemenge von 2 Theilen Talk und 3 Theilen Tremolith durchgeführt, so nähern sich die Werthe der gefundenen und berechneten Resultate wie folgt:

	2 Ta + 3 Tr	Versuch	± Differenz
Kieselsäure	58·98	58·55	—0·43
Kalk	14·11	13·75	—0·36
Magnesia	25·01	24·50	—0·51
Wasser	1·90	3·20	+1·30.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die grösste Differenz tritt auch hier ebenso wie bei den Strahlsteinkrystallen im Wassergehalte hervor.

Dichter Strahlstein (Kawa-Kawa Nephrit) aus Neuseeland. Die Analyse ergab nachstehende Zusammensetzung:

Kieselsäure	57·38
Thonerde	0·22
Eisenoxydul	3·50
Kalk	13.68
Magnesia	22·32
Kali	0·69
Wasser	2·78
	100·57.

Specifisches Gewicht = 3·031.

Für die reducirte Analyse erhält man ohne Berücksichtigung der Spuren von Thonerde und Kali folgende Zahlen:

Kieselsäure	58·49
Kalk	13·95
Magnesia	24·73
Wasser	2·83.

Das Verbindungsverhältniss ist in folgenden Zahlen ausgedrückt:

SiO_2	CaO	MgO	H_2O
9·74	2·49	6·18	1·57,

aus welchem Verhältnisse sich nachstehende Formel ergibt:

$$20\,SiO_2 . 5\,CaO . 12\,MgO . 3\,H_2O.$$

Die Zahlen dieser Formel lassen sich mit den Zahlen der Analyse folgendermassen vergleichen:

	Rechnung	Versuch	± Differenz
Kieselsäure	59·52	58·49	—1·03
Kalk	13·89	13·95	+0·06
Magnesia	23·81	24·73	+0·92
Wasser	2·78	2·83	+0·05.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Führen wir auch hier wie in den vorstehenden Beispielen die Berechnung für ein Gemenge von 2 Theilen Talk und 3 Theilen Tremolith durch, so erhält man:

	2 Ta + 3 Tr	Versuch	± Differenz
Kieselsäure	58.98	58·49	—0·49
Kalk	14·11	13·95	—0·16
Magnesia	25·01	24·73	—0·28
Wasser	1·90	2·83	+0·93.

Asbest aus Tyrol. Die Analyse dieses Asbestes hat Scheerer durchgeführt und nachstehende Zahlen erhalten:[1]

		Reducirte Analyse
Kieselsäure	57·50	58·36
Eisenoxydul	3·88	—
Kalk	13·42	13·62
Magnesia	23·09	25·62
Wasser	2·36	2·40
	100·25	100·—

Als Verbindungsverhältniss berechnet sich aus der reducirten Analyse Folgendes:

SiO_2	CeO	MgO	H_2O
9·72	2·43	6·40	1·33

und entspricht demselben die Formel:

$$20SiO_2 . 5CaO . 13MgO . 2H_2O.$$

Die gerechneten Werthe der Formel stehen mit den Zahlen der Analyse in folgender nahen Übereinstimmung:

	Rechnung	Versuch	± Differenz
Kieselsäure	58·94	58·36	—0·58
Kalk	13·75	13·62	—0·13
Magnesia	25·54	25·62	+0·08
Wasser	1·77	2·40	+0·63.

[1] Pogg. Ann. 1851. Bd. LXXXIV. S. 383.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die Berechnung für ein Gemenge von 2 Theilen Talk und 3 Theilen Tremolith ergibt mit den Zahlen der Analyse eine nahe Übereinstimmung:

	2Ta+3Tr	Versuch	±Differenz
Kieselsäure	58·98	58·36	—0·62
Kalk	14·11	13·62	—0·49
Magnesia	25·01	25·62	+0·61
Wasser	1·90	2·40	+0·50.

Arfvedsonit.

Das Material zur Analyse wurde einem Handstücke entnommen, welches Giesecke von Grönland mitgebracht hat; als dessen Fundort ist der „Berg Nunasornausak in der Bucht Kangerdluarsuk auf dem festen Lande unter dem 61. Gr. N.-Br." angegeben. Es ist ein massiges Stück, das sich in grosse und breitblätterige Tafeln theilen lässt und dem nur eine kleine, verworrenstängelige Krystallpartie ansitzt. Das Aussehen ist frisch; die Tafelflächen besitzen spiegelnden Glanz. Von den gewöhnlichen Begleitern des Arfvedsonit steckt nur ein haselnussgrosses Korn von Eudyalit in der krystallinischen Partie. Von fremdartigen Körpern ist ferner nur auf den Tafelflächen stellenweise ein weisser Hauch wahrzunehmen, welcher jedenfalls von aussen zwischen die Schichtflächen infiltrirt wurde. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der Chlorgehalt, den wenige Analysen ausweisen, diesem Infiltrationsproducte angehört. In zwei mikroskopischen Präparaten war keine irgendwie geartete Beimengung zu entdecken. Die physikalische Charakteristik stimmt mit den Angaben überein, welche bisher über den Arfvedsonit bekannt gemacht sind.

Das Resultat der Analyse wurde aus folgenden Bestimmungen erhalten:

I. 0·7790 Grm. Substanz bei 115° C. getrocknet gaben mit kohlensaurem Natronkali nach der Methode von Sipöcz aufgeschlossen 0·0131 Grm. Wasser; 0·3645 Grm. Kieselsäure; Eisenoxyd und Thonerde verunglückt; 0·0189 Grm. Kalk; äusserst geringe Spuren Magnesia.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

II. 0·5547 Grm. bei 110° C. getrocknet gaben mit kohlensaurem Natronkali nach der Methode von Sipöcz aufgeschlossen 0·0138 Grm. Wasser; 0·2628 Grm. Kieselsäure; 0.0080 Grm. Thonerde; 0·2292 Grm. Eisenoxyd; 0·0124 Grm. Kalk; kaum sichtbare Spuren von Magnesia.

III. 1·0009 Grm. Substanz bei 108° C. getrocknet gaben mit Flusssäure aufgeschlossen 0·1807 Grm. Kalium-Natriumchloride; 0·1505 Grm. Kaliumplatinchlorid geben 0·0459 Grm. Chlorkalium oder 0·0289 Grm. Kali; 0·1348 Grm. Chlornatrium entsprechen 0·0715 Grm. Natron.

IV. 0·2896 Grm. Substanz bei 100° C. getrocknet verbrauchten 7·4 CC. Chamaeleonlösung à 0·010853 Grm. Eisen, entsprechend 0·103245 Grm. Eisenoxydul.

Auf Chlor wurde nicht untersucht.

Aus den vorstehenden Bestimmungen ergibt sich folgendes Resultat in Percenten:

	I.	II.	III.	IV.	Mittel	Analyse Kobell[1]	
Kieselsäure	46·79	47·37	—	—	47·08	49·27	
Thonerde	—	1·44	—	—	1·44	2·00	
Eisenoxyd	—	1·70	—	—	1·70	—	
Eisenoxydul	—	—	—	35·65	35·65	36·12	
Kalk	2·42	2·23	—	—	2·32	2·50	
Kali	—	—	2·88	—	2·88	—	
Natron	—	—	7·14	—	7·14	8·00	
Wasser	1·68	2·48	—	—	2·08	MgO	0·42
					100·29	MnO	0·62
						Cl	0·24
							98·17

Das specifische Gewicht wurde aus zwei Versuchen im Pyknometer mit Spaltstückchen im Gewichte von 1·7350 Grm. und 1·2980 Grm. bei 16° C. gleich 3·452 und 3·455 im Mittel zu 3·4535 gefunden.

Vergleicht man vorstehende Analyse mit den Resultaten

[1] Kobell, Journ. f. pr. Chemie. 1838, Bd. 13, S. 3.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

der wenigen in früherer[1] und jüngster[2] Zeit ausgeführten Analysen des Arfvedsonit, so zeigen die Bestimmungen des Eisenoxyd- und Eisenoxydulgehaltes grosse Abweichungen untereinander. Weil nun Kobell im Jahre 1838 die Zusammensetzung des Arfvedsonit, welche später,[3] wie sich jetzt ergibt, durch eine falsche Eisenoxydulbestimmung corrigirt wurde, der Wahrheit am nächsten entsprechend angegeben hat, so habe ich diese erste Analyse Kobell's, da dieselbe in der zweiten Auflage von Rammelsberg's „Mineral-Chemie" nur in der corrigirten Form erscheint, oben neben meine Analyse gestellt.

Rammelsberg und Dölter geben folgende Zahlen für die Oxydationsstufen des Eisen im Arfvedsonit an:

	Rammelsberg	Dölter	
		a	*b*
Fe_2O_3	23·75	28·15	22·83
FeO	7·80	5·35	13·95

In seine erste Analyse führte Kobell folgende Werthe für die Oxydationsstufen des Eisen ein: 14·58% Fe_2O_3 und 23·00% FeO. Diese unrichtigen Zahlen, welche der Wahrheit immerhin noch etwas näher kommen, als die von den beiden anderen Analytikern gefundenen Werthe, erhielt Kobell, weil er zur Bestimmung des Eisenoxyduls eine schlechte Methode anwendete.[4] Da man voraussetzen darf, dass Rammelsberg und Dölter geeignetes Material zur Analyse verwendet haben, so werden die grossen Differenzen, welche ihre Analysen in den Oxydationsstufen des Eisen zeigen, entweder auf den Gebrauch einer schlechten Methode oder auf eine mit wenig Vorsicht ausgeführte Eisenoxydulbestimmung zurückzuführen sein.

In sämmtlichen Analysen des Arfvedsonit wird ein kleiner Thonerdegehalt angegeben. Die constante Anwesenheit der kleinen Mengen von Thonerde kann daher nicht irgend welchen Zufälligkeiten unterliegen. Da meine Untersuchung mir den Eisenoxydgehalt ebenfalls nur in einer kleinen Menge ergab, so musste

---

[1] Rammelsberg, Pogg. Ann., 1858, Bd. 103, S. 306.

[2] Dölter, Zeltschr. f. Kryst., 1880, Bd. 4, S. 34,

[3] Kobell, Journ. f. pr. Chemie, 1864, Bd. 91, S. 449.

[4] Kobell, Sitzb. d. k. bayer. Akad. d. Wiss. 1864. Bd. 1, S. 74

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

es mir um so schwieriger erscheinen, im Vergleiche zu den bisherigen Interpretationen der Arfvedsonitanalysen eine richtige Vorstellung über die Rolle der kleinen Mengen von Sesquioxyden zu gewinnen.

Es war mir klar, dass zur Lösung der „Thonerdefrage" ein neuer Schlüssel gefunden werden müsse. Doch stiegen während meiner Untersuchung immer neue Zweifel darüber auf, ob es mir an der Hand der neuen Analysen gelingen würde, das Räthsel aufzulösen, welches in den thonerdehaltigen Hornblenden aufgegeben war, denn die verschiedensten Relationen führten zu keinem einfachen Verbindungsgesetze. Als es fast vergeblich erschien, mittelst den angestellten Versuchen mir ein Urtheil über die Rolle der Thonerde zu bilden, war ich bereits im Begriffe, weitere Speculationen aufzugeben und die Untersuchung der Augite abzuwarten, um vielleicht von dieser Seite eine Aufklärung zu erhalten, welche auch das über die Thonerdehornblenden ausgebreitete Dunkel zerstreuen würde, als sich mir ein ebener Ausweg aufthat.

Ich habe gelegentlich der Besprechung über die Zusammensetzung des Tremolith die Ansicht ausgesprochen, dass die ausgezeichnete Spaltbarkeit desselben mit der grössten Wahrscheinlichkeit auf der Einschaltung sehr dünner Talklamellen nach dem Prisma beruhe. Es lag nun sehr nahe, bei der vorzüglichen Spaltbarkeit des Arfvedsonit, der Hornblende und des Pargasit jene Mineralgruppe in Combination zu ziehen, welche durch ihre eminente Theilbarkeit und ihre genetischen Beziehungen mit den Thonerdehornblenden eine äussere und innere Verwandtschaft verräth. Ich meine die Glimmergruppe. Als ich an der Hornblende vom Vesuv zuerst die Berechnung der Analyse in diesem Sinne durchführte, erhielt ich ein Endresultat, welches in mir die Ansicht reifen liess, dass in mehreren Gliedern der Thonerdehornblenden Glimmerverbindungen die Trägerin der Thonerde sind. Nachdem die Berechnung der betreffenden Analysen bereits abgeschlossen war und ich somit auf deductivem Wege gefunden hatte, dass durchwegs beigemengte Glimmerarten die wahre Zusammensetzung dieser Hornblendeglieder verdecken, erneuerte ich meine Bemühungen, um allenfalls an anderem nicht analysirtem Materiale mit unbewaffnetem Auge erkennbare Glimmerbeimengungen aufzu-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

finden. Es war mir wichtig genug, die neue Ansicht über alle Einwendungen hinwegzutragen. Was ich bei der Untersuchung der Vesuvhornblende und des Pargasit fand, werde ich mittheilen, wenn die Besprechung derselben an die Reihe kommt. An dieser Stelle will ich nur constatiren, dass es mir nach intensivem Suchen und genauer Beobachtung gelang, an einer grossen Stufe von Arfvedsonit ein minutiös kleines Häufchen lichter Glimmerblättchen zu entdecken, welches in der Masse des Arfvedsonit steckte. Es war jene Glimmervarietät, welche nach der Berechnung vorhanden sein musste, nämlich Muscovit. Nach dieser kurzen Aufklärung gehe ich zur Besprechung der Analyse selbst über.

Die Zahlen der Analyse führen auf kein einfaches Verbindungsverhältniss. Der Widerspruch löst sich jedoch auf, wenn wir mittelst jenen der Formel $Si_6Al_6K_2H_4O_{12}$ entsprechenden Zahlen aus der Analyse mit zu Grundelegung des Thonerdegehaltes und, um mich genau auf die Werthe der Analyse zu stützen, auch des auf Thonerde reducirten Eisenoxydgehaltes — den percentischen Gehalt der Glimmerverbindung herausrechnen und die hiezu verbrauchten Werthe von der Analyse in Abzug bringen. Die um das Eisenoxyd vermehrte Thonerdemenge beträgt 2·53%. Nach der obigen Formel bedürfen dieselben 2·95% Kieselsäure, 0·77% Kali und 0·29% Wasser, um miteinander 6·54% Muscovit zu bilden. Nach Abzug der zur Bildung des Glimmer verwendeten Zahlen und nach Reduction des Restes von 2·11% Kali auf Natron, und endlich Umrechnung des Analysenrestes auf 100, erhält man die reducirte Analyse:

Kieselsäure	47·73
Eisenoxydul	38·56
Kalk	2·51
Natron	9·27
Wasser	1·93
	100·—

Als Verbindungsverhältniss ergibt sich:

SiO_2	FeO	CaO	Na_2O	H_2O
7·94	5·35	0·44	1·49	1·07

für welches die folgende Formel gesetzt werden kann:

$$20\,SiO_2.\ 13\,FeO.\ CaO.\ 4\,Na_2O.\ 2\,H_2O.$$

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Zwischen Rechnung und Versuch besteht eine nahe Übereinstimmung, wie folgende Nebeneinanderstellung zeigt:

	Rechnung	Versuch	± Differenz
Kieselsäure	48·46	47·73	—0·73
Eisenoxydul	37·81	38·56	+0·75
Kalk	2·26	2·51	+0·25
Natron	10·01	9·27	—0·74
Wasser	1·46	1·93	+0·47

Der reine Arfvedsonit kann demnach aus Bisilicaten zusammengesetzt gedacht werden, und zwar in folgendem Verhältnisse:

$$\left.\begin{matrix} 13\ Fe\ SiO_3 \\ Ca\ SiO_3 \\ 4\ Na_2\ SiO_3 \\ 2\ H_2\ SiO_3 \end{matrix}\right\}$$

Fasst man die Zusammensetzung der ursprünglichen analysirten Substanz in einem einzigen Ausdrucke zusammen, wobei selbstverständlich die Glimmerverbindung als Beimengung gedacht werden muss, so lässt sich dieselbe folgendermassen darstellen:

$$\left.\begin{matrix} 3\ Si_6Al_6K_2H_1O_{12} \\ 32\ SiFeO_3 \\ 2\ SiCaO_3 \\ 8\ SiNa_2O_3 \\ 3\ SiH_2O_3 \end{matrix}\right\}$$

Berechnet man für dieses Verbindungsverhältniss die Percentzahlen der einzelnen Bestandtheile und stellt dieselben neben die Zahlen der für diesen Vergleich reducirten Analyse, so ergibt sich folgende nahe Übereinstimmung:

	Rechnung	red. Analyse	+Differenz
Kieselsäure	48·15	47·56	—0·59
Thonerde	2·42	2·55	+0·13
Eisenoxydul	36·36	36·02	—0·34
Kalk	2·01	2·34	+0·33
Kali	0·74	0·78	+0·04
Natron	8·60	8·65	+0·05
Wasser	1·72	2·10	+0·38
	100·—	100·—	

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Thonerde-Hornblende.

Zur Untersuchung wählte ich die Hornblende vom Vesuv, welche Breithaupt unter dem Namen „Syntagmatit" beschrieben und Rammelsberg analysirt hat.[1] Die von mir analysirten Krystalle bildeten Drusen und Gruppen auf einem grossen Brocken glasigen Feldspathes, der stellenweise in schönen Krystallen zur freien Entwicklung gekommen war. Die Hornblendekrystalle zeigten schwarze Farbe und besassen ausgezeichneten Glanz; ihre Gestalt combinirte sich aus den Flächen von ∞P (110) $\infty P\infty$ (010) P ($\bar{1}11$) oP (001) $3P3$ ($\bar{1}13$) $\infty P\bar{\infty}$ (100). Ein mikroskopisches Präparat, vom äusseren Rande eines Krystalles herrührend, den Prismaflächen parallel geschliffen, zeigte sich tadellos rein. V. d. L. schmelzen Krystallsplitter an ihren Spitzen und Kanten leicht zu einem dunklen glasigen Köpfchen.

Die quantitative Analyse ergab folgende Resultate:

I. 1·0852 Grm. Substanz bei 105° C. getrocknet gaben mit kohlensaurem Natronkali im Platintiegel aufgeschlossen: 0·4320 Grm. Kieselsäure; 0·2571 Grm. Eisenoxyd; 0·1550 Grm. Thonerde; 0·1165 Grm. Kalk; 0·2741 Grm. pyrophosphorsaure Magnesia entsprechend 0·0988 Grm. Magnesia.

II. 0·5362 Grm. Substanz bei 105°C. getrocknet, mit Schwefelsäure im zugeschmolzenen Rohre aufgeschlossen, verbrauchten 7·3 Cc. Chamaeleon; 1 Cc. Chamaeleon entsprach 0·0108663 Grm. Eisen, 7·3 Cc. Chamaeleon entsprechen demnach 0·101989 Grm. Eisenoxydul.

III. *a)* 1·0813 Grm. bei 105°C. getrocknete Substanz gaben nach der Methode von Sipöcz aufgeschlossen 0·0165 Grm. Wasser.

b) 1·0813 Grm. bei 105°C. getrockneter Substanz wie in III. *a)* aufgeschlossen, gaben 0·0164 Grm. Wasser.

IV. 0·8709 Grm. bei 105°C. getrockneter Substanz gaben bei der flusssauren Aufschliessung 0·0687 Grm. Chloralkalien. 0·1289 Grm. Kaliumplatinchlorid geben 0·03932 Grm. Chlorkalium entsprechend 0·0248 Grm. Kali. Dem Reste von 0·0294 Grm. Chlornatrium entsprechen 0·0155 Grm. Natron.

[1] Berg- und Hüttenm. Ztg., 1865, XXIV, S. 428.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Dieser direct gefundenen Zusammensetzung entsprechen folgende Percentzahlen:

	I.	II.	III.		IV.	Mittel
			a	*b*		
Kieselsäure ..	39·80	—	—	—	—	39·80
Thonerde	14·28	—	—	—	—	14·28
Eisenoxyd ...	2·56	—	—	—	—	2·56
Eisenoxydul..	—	19·02	—	—	—	19·02
Kalk	10·73	—	—	—	—	10·73
Magnesia	9·10	—	—	—	—	9·10
Kali.....	—	—	—	—	2·85	2·85
Natron	—	—	—	—	1.79	1·79
Wasser.....	—	—	1·52	1·31	—	1·42
						101·55

Das specifische Gewicht wurde aus zwei Bestimmungen im Pyknometer bei 18°C. mit 1·9860 Grm. und 1·7897 Grm. Substanz zu 3·295 und 3·300, d. i. im Mittel zu 3·298 gefunden.

Versucht man aus den Zahlen der Analyse, nachdem das Eisenoxyd auf Thonerde, das Natron auf Kali reducirt und das Ganze auf 100 gebracht worden ist, den empirischen Ausdruck für die Analyse zu berechnen, so kann man folgendes Verhältniss

$$20SiO_2.\ 5Al_2O_3.\ 8FeO.\ 6CaO.\ 7MgO.\ 2K_2O.\ 2H_2O$$

annehmen, dessen Zahlen annähernd mit der Beobachtung übereinstimmen, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

	Rechnung	red. Analyse	± Differenz
Kieselsäure	38·33	39·19	+0·86
Thonerde	16·45	15·68	—0·77
Eisenoxydul	18·40	18·73	+0·33
Kalk	10·73	10·57	—0·16
Magnesia	8·94	8·96	+0·02
Kali	6·00	5·47	—0·53
Wasser	1·15	1·40	+0·25
	100·—	100·—	

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die erste Andeutung, durch die mir die richtige Auslegung der Analyse vermittelt wurde, geschah durch die Ausführung jener Rechnung, welche von der Voraussetzung ausging, dass eine Glimmerverbindung an der Constitution der Thonerdehornblende theilnehme. Der ersten Berechnung legte ich die Formel $Si_6Al_6K_2H_4O_{24}$, also des Muscovit zu Grunde. Reducirt man in der usprünglichen Analyse die Zahlen des Eisenoxydes auf Thonerde, der Magnesia auf Eisenoxydul, des Natron auf Kali, so erhält man die folgende reducirte Analyse:

Kieselsäure	36·57
Thonerde	14·63
Eisenoxydul	32·53
Kalk	9·86
Kali	5·11
Wasser	1·30
	100·—

Nimmt man an, dass der ganze Thonerdegehalt der Glimmerverbindung angehöre, und berechnet für 14·63% Thonerde den entsprechenden Werth an Kieselsäure, Kali und Wasser mittelst den Zahlen der Damouritformel heraus, so zerfällt die Analyse in folgende zwei Theile. Eine Hälfte mit 37·89% entspricht der Formel $Si_6Al_6K_2H_4O_{24}$ und die andere Hälfte mit 62·92% Normalsilicaten von Eisen und Kalk. Die Addition beider Zahlen gibt zwar nicht genau die Zahl 100, doch liegt die geringe Differenz nur darin, dass die gefundenen Mengen des Kali und des Wassers nicht genau in den auf die Thonerde gerechneten Werthen aufgehen. Wird das Molecularverhältniss der beiden Theile gleich 3:5 genommen, so decken sich Beobachtung und Rechnung in folgender befriedigenden Weise:

	Berechnet $3(Si_6Al_6K_2H_4O_{12})$ $5(R''_2SiO_4)$	Versuch:	± Differenz:
Kieselsäure	36·19	36·57	+0·38
Thonerde	14·50	14·63	+0·13
Eisenoxydul . . .	32·41	32·53	+0·12
Kalk	10·80	9·86	—0·94
Kali	4·41	5·11	+0·70
Wasser	1·69	1·30	—0·39

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Da dieses Resultat auf dem Wege der Deduction erhalten worden war, so war es wichtig, dieses Ergebniss auch durch directe Beobachtung zu bestätigen. Ich präparirte mir daher zum zweitenmale zwei frische Krystalle für den Dünnschliff und führte diesmal den Schnitt quer durch die Krystalle. In diesen Krystallen fanden sich nun wirkliche Einschlüsse von Glimmer, die im Kerne der Krystalle steckten. Ich muss hier bemerken, dass bei Benützung des von Tschermak aufgestellten Gliedes der Meroxenformel $Si_6Al_6K_3H_3O_{24}$ sich Rechnung und Beobachtung in einer weniger genauen Übereinstimmung befinden. Da aber den bisherigen Erfahrungen gemäss am Vesuv nur Magnesiaglimmer, welche von Tschermak sämmtlich zum Meroxen gestellt werden, beobachtet wurden, so ist es sehr wahrscheinlich, dass auch im gegebenen Falle keine Ausnahme von der Regel vorliegt. Hiefür spricht nicht nur der mikroskopische Befund, mit Constatirung eines auffällig starken Dichroismus, sondern auch die anderweitige Betrachtung der Analyse.

Um zwischen meiner Analyse und den von Tschermak berechneten Meroxenanalysen eine übersichtliche Nebeneinanderstellung zu ermöglichen, nehme ich die folgende reducirte Analyse als Ausgangspunkt an:

Kieselsäure.....	42·75
Thonerde	17·10
Kalk.....	11·52
Magnesia	21·13
Kali.....	5·97
Wasser	1·53
	100·—

Von den in der vorstehenden Analyse angeführten Bestandtheilen ist nur der Kalk dem Meroxen fremdartig. Die erste obige Berechnung hatte schon ergeben, dass der Kalk als Normalsilicat in der Verbindung gedeutet werden könne. Bringen wir daher jenes auf die Gesammtmenge des Kalkes gerechnete Normalsilicat ($11·52\ CaO + 6·17\ SiO = 17·69\%$) von der letzteren Analyse in Abzug, so bleibt ein Analysenrest zurück, welcher nach Umrechnung auf die Zahl 100 die folgende Zusammensetzung besitzt:

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Kieselsäure.....	44·44
Thonerde ....·..	20·78
Magnesia	25·67
Kali	7·25
Wasser	1·86
	100·—

Wenn man den Versuch macht, diese Zahlen zu interpretiren und es unternimmt, die einzelnen Verbindungen aufzufinden und ihr wirkliches Mengenverhältniss zu berechnen, so stellen sich diesem Unternehmen unüberwindliche Hindernisse entgegen. Nach der mikroskopischen Beobachtung ist man berechtigt, anzunehmen, dass in den mikroskopisch nicht untersuchten Krystallen die Glimmereinschlüsse nicht zahlreicher sind als in den beobachteten Krystallen. Es kann daher dem beigemengten Glimmer nur ein Bruchtheil von der gesammten Thonerdemenge der Glimmerverbindung zugetheilt werden. Ebenso lässt sich aus dem Kaligehalte die absolute Menge des Glimmer nicht feststellen. Es werden sich immer nur relativ mehrere Verhältnisse berechnen lassen, wo das Thonerdeglied des Glimmer mit Normalsilicaten gemengt erscheint.

Eine wichtige und interessante Thatsache wird jedoch durch die Zahlen der reducirten Analyse enthüllt, wenn man das einfache Resultat der Analyse mit den Zahlen der Meroxenanalysen vergleicht.

Macht man sich die Auffassung Tschermak's über die Zusammensetzung des Meroxen zueigen und nimmt jenes der vorstehenden Analyse zunächst stehende Mischungsverhältniss des Meroxen (K'_7M_6) zum Vergleiche, so muss zugegeben werden, dass die Differenzen für den vorliegenden Fall in den Werthen der einzelnen Bestandtheile sich kaum über die Fehlergrenze voneinander entfernen, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

	Meroxen K'_7M^6	Versuch	± Differenz
Kieselsäure.....	42·94	44·44	+1·50
Thonerde	19·85	20·78	+0·93
Magnesia	26·43	25·67	—0·76
Kali.....	9·05	7·25	—1·80
Wasser	1·73	1·86	+0·13

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

In der vorliegenden Zusammenstellung ist somit ausgesprochen, dass der um das Normalkalksilicat verminderte Theil der Hornblendeanalyse dieselbe Zusammensetzung besitzt, wie eine bekannte Meroxenmischung.

Es wäre nun zu entscheiden, ob die Hornblendekrystalle durch das Zusammenwirken von Kalksilicat- und Meroxenmolekeln aufgebaut wurden. Man wird vielleicht nicht fehl gehen, wenn man annimmt, dass anfänglich die Tendenz zur Bildung von Meroxen vorherrschte, dass jedoch die regelmässige Entwicklung des Meroxen gestört wurde, indem Kalksilicat am Bildungsherde zu Einfluss kam und durch Zusammenkrystallisiren von Kalksilicat und Meroxen als Endproduct ein Hornblendekrystall resultirte. Ein im Dünnschliff geprüfter Krystall zeigte den bei den Hornblenden so häufigen Aufbau aus Zonen, welche substantiell gewiss etwas verschiedenartig zusammengesetzt sind und somit dieser Annahme ebenfalls nicht widersprechen. Ob diese Anschauung mit Rücksicht auf krystallographische Grundsätze anfechtbar ist, kann ich nicht erörtern, da mir jetzt die nothwendigen Untersuchungen zu einer solchen Besprechung fehlen. Ich will aber jene Beobachtung erwähnen, welche ich zumeist an Magnesiaglimmern machen konnte, dass nämlich die Gleitflächen derselben sich auf der jetzt als Basis geltenden Fläche in den bekannten Winkeln der Hornblendeprismen schneiden.

Wenn man von der vorstehenden Ansicht gänzlich absieht, so bleibt nur die Möglichkeit übrig, den eingeschlossenen Meroxen für eine mechanische Beimengung zu erklären und die reine Hornblende als eine Mischung von Normalsilicaten aufzufassen, sowie ich es bei dem Pargasit gethan habe. Ein bestimmtes Mengenverhältniss lässt sich jedoch aus der Hornblendeanalyse vom Vesuv nicht berechnen.

Ältere Analysen können für diese Betrachtungen leider nicht in Rücksicht gezogen werden. Man begeht keine Irrung, wenn man bei der Mehrzahl der Analysen — abgesehen von dem unberücksichtigten Wassergehalte — die Bestimmungen der Oxydationsstufen des Eisens als unrichtig ansieht.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Thonerde-Hornblende (Pargasit).

Zur neuerlichen Untersuchung dieser Hornblende-Varietät, von der bekannt ist, dass ihr Fundort bisher auf die Insel Pargas beschränkt blieb, wurden die lauchgrünen Krystalle verwendet, welche zusammen mit Phlogopit in krystallinischem Kalke eingeschlossen waren. Das ausgesuchte Material bestand aus grösseren an der Oberfläche das charakteristische geflossene Aussehen zeigenden Krystallen. Sowohl an der Oberfläche als auf den Spalt- und Bruchflächen war keine Spur einer Veränderung wahrnehmbar. Krystalle, an welchen eine Verwachsung mit Phlogopit wahrgenommen wurde, blieben vom Untersuchungsmateriale ausgeschlossen. Im Dünnschliffe eines Krystalles beobachtete ich jedoch mit dem Mikroskope Einschlüsse von Phlogopitblättchen. Ferner muss ich annehmen, dass der auf manchen Spaltflächen deutlich hervortretende schillernde Glanz auf eine Einlagerung sehr dünner Phlogopitschüppchen zurückzuführen ist.

Bei der quantitativen Analyse wurden folgende Resultate nach dem Gewichte erhalten:

I. 1·0864 Grm. getrocknete Substanz gaben mit kohlensaurem Natronkali nach der Methode von Sipöcz aufgeschlossen 0·0095 Grm. Wasser; 0·0372 Grm. Fluorcalcium entsprechend 0·0181 Grm. Fluor.

II. 1·1925 Grm. getrocknete Substanz gaben mit kohlensaurem Natronkali im Platintiegel aufgeschlossen 0·5086 Grm. Kieselsäure; Eisenoxyd und Thonerde verunglückt; 0·184 Grm. Kalk; Magnesia nicht bestimmt.

III. 0·8130 Grm. getrocknete Substanz gaben mit kohlensaurem Natronkali im Platintiegel aufgeschlossen 0·3520 Grm. Kieselsäure; 0·1335 Grm. Thonerde; 0·0163 Grm. Eisenoxyd; 0·1204 Grm. Kalk; 0·4546 Grm. pyrophosphorsaure Magnesia entsprechend 0·1638 Grm. Magnesia.

IV. 0·8490 Grm. getrocknete Substanz verbrauchten 0·8 Cc. der Chamaeleonlösung à 0·010853 Grm. Eisen entsprechend 0·0112 Grm. Eisenoxydul.

V. 0·8416 Grm. getrocknete Substanz gaben mit Flusssäure aufgeschlossen 0·0626 Grm. Chloralkalien entsprechend 0·0240 Grm. Kali und 0·0129 Grm. Natron.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Das Percentverhältniss der Bestandtheile ist in der Analyse folgendes:

	I.	II.	III.	IV.	V.	Mittel
Fluor	1·66	—	—	—	—	1·66
Kieselsäure . .	—	42·65	43·29	—	—	42·97
Thonerde	—	—	16·42	—	—	16·42
Eisenoxydul . .	—	—	—	1·32	—	1·32
Kalk	—	15·18	14·81	—	—	14·99
Magnesia	—	—	20·14	—	—	20·14
Kali	—	—	—	—	2·85	2·85
Natron	—	—	—	—	1.53	1·53
Wasser.	0·87	—	—	—	—	0·87
						102·75

Das specifische Gewicht wurde in zwei Versuchen mit 1·7938 Grm. und 1·7787 Grm. Substanz bei 17·5°C. zu 3·110 und 3·109 im Mittel gleich 3·1095 gefunden.

Reducirt man zur Vereinfachung der Rechnung hier ebenfalls das Eisenoxydul auf Magnesia, das Natron auf Kali und bringt die Analyse nach Abzug der dem Fluor äquivalenten Sauerstoffmenge von 0·70% auf 100, so ergibt sich folgende reducirte Analyse:

Fluor	1·63%
Kieselsäure. . . .	42·37 „
Thonerde	16·19 „
Kalk	14·78 „
Magnesia	20·58 „
Kali	3·60 „
Wasser	0·85 „
	100·00%

Diese Zahlen führen auf kein einfaches Verbindungsverhältniss, welches den Zahlen der Analyse hinreichend nahe kommt. Wenn die Analyse richtig ist, so kann das Verbindungsverhältniss bei der Frische des angewandten Materiales durch eine eingetretene Veränderung nicht verdunkelt sein, vielmehr wird man mit der grössten Wahrscheinlichkeit vermuthen dürfen, dass ein fremder Mineraleinschluss das einfache Verhältniss

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

zwischen den Analysenbestandtheilen verschiebe und complicire. Als fremdartige Beimengung wurden nun, wie ich schon oben mittheilte, Einschlüsse von Phlogopit constatirt. Dafür dass das Verbindungsverhältniss durch die Beimengung von Phlogopit gestört ist, lässt sich der Beweis auch durch die Analyse herbeibringen, welchen ich etwas weiter unten ausführen werde und bis dahin will ich nur bemerken, dass durch diese Erkenntniss unsere bisherige unbestimmte Anschauung über die Zusammensetzung des Pargasit sich sehr vereinfacht, indem für das Fluor, dessen Gegenwart in den Analysen die Schwierigkeiten zur Auffindung der constituirenden Verbindungen vermehrfachte und Irrungen hervorrief, die richtige Rolle gefunden ist, in welcher dasselbe als regelmässiger Begleiter in den Pargasitanalysen auftritt. Aus diesem Ergebnisse wird man mit Recht den weiteren Schluss folgern, dass in der Regel eine Glimmerverbindung die Trägerin der in den verschiedenen Hornblenden ausgewiesenen Spuren von Fluor ist, so dass hiedurch mit ziemlicher Gewissheit die Bedeutung des Fluor in den Hornblendeanalysen aufgedeckt erscheint.

Um die gesammte Menge der dem Phlogopit zugehörigen Verbindungen aus der Analyse abzuscheiden, nehme ich jene Zahlen zur Berechnung der Phlogopitmenge, welche Tschermak für die von Ludwig am Phlogopit von Pargas ausgeführte Analyse berechnet hat.

Als Ausgangspunkt für die percentische Berechnung des Phlogopitgehaltes ist im vorliegenden Falle das Kali geeignet, da die quantitative Bestimmung desselben immerhin genauere Zahlen erwarten lässt, als diejenige des Fluor. Alle übrigen Bestandtheile können der Rechnung nicht zu Grunde gelegt werden. Den gefundenen 3·60 Percent Kali entsprechen also, bei Unterlegung der von Tschermak aus der Ludwig'schen Phlogopitanalyse gerechneten Zahlen, 15·58 Percent Kieselsäure, 4·97 Percent Thonerde, 10·07 Percent Magnesia, 0·21 Percent Wasser und 1·51 Percent Fluor. Vom Fluor bliebe somit ein Rest von 0·12 Percent zur Verfügung, dessen Vernachlässigung jedoch aus analytischen Gründen zu keinem Widerspruche berechtigt. Die Gesammtsumme würde demnach für den beigemengten Phlogopit 35·91 Percent betragen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Versucht man nun ferner den Rest der Analyse weiter in seine Verbindungen zu zerlegen, so ergibt sich als Resultat, dass der reine Pargasit aus normalen Silicaten besteht. Die Bestandtheile des Analysenrestes fügen sich nämlich folgendermassen zu normalen Silicaten einander: Es beanspruchen 11·22 Percent Thonerde 9·75 Percent Kieselsäure; 14·78 Percent Kalkerde verlangen 7·91 Percent Kieselsäure; 10·54 Percent Magnesia verlangen 7.90 Percent Kieselsäure und der Rest von 1·23 Percent Kieselsäure verlangt 0·43 Percent Wasser. Bis auf den Entgang von 0·09 Percent Wasser — ein Fehler von minimaler Kleinheit, der ohne Bedenken nachgesehen werden kann — decken sich bei der Annahme von Normalsilicaten die gefundenen Werthe der von Phlogopit substrahirten Analyse vollständig.

Das Resultat der Analyse kann daher folgendermassen ausgedrückt werden:

Phlogopit	35·91	Percent
$Si_3Al_4O_{12}$	20·97	„
$SiCa_2O_4$	22·69	„
$SiMg_2O_4$	18·44	„
SiH_4O_4	1·96	„
	99·97	Percent

Die hohe Percentzahl des Phlogopit spricht dafür, dass derselbe in einer äussert feinen Vertheilung dem Pargasit eingelagert ist. Das aber der Phlogopit wirklich etwas über $^1/_3$ des analysirten Pargasit ausmacht, muss auch daraus entnommen werden, das die auf den Kaligehalt gerechnete Fluormenge darin ziemlich genau aufgeht und kein zwingender Grund vorliegt, das Fluor eventuell z. Th. einer andern unbekannten Fluorverbindung als dem Phlogopit zuzutheilen.

Nach Abzug der dem Phlogopit entsprechenden Zahlen von der Analyse erhält man einen Rest, welcher auf 100 gerechnet, im Folgenden die wahre Zusammensetzung des Pargasit darstellt.

Kieselsäure	41·87
Thonerde	17·55
Kalk	23·10
Magnesia	16·48
Wasser.....	1·00
	100·00

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Aus diesen Zahlen lässt sich folgendes Verhältniss für die einzelnen Verbindungen berechnen:

$$\begin{matrix} 8\ Si_3Al_4O_{12} \\ 9\ SiCa_2O_4 \\ 7\ SiMg_2O_4 \\ SiH_4O_4 \end{matrix}$$

Die um den Phlogopithgehalt verminderte Analyse zeigt mit den für das vorstehende Verhältniss berechneten Zahlen folgenden befriedigenden Grad der Übereinstimmung:

	Beobachtung	Rechnung	± Differenz
Kieselsäure	41·87	41·98	—0·11
Thonerde	17·55	17·07	+0·48
Kalk	23·10	23·47	—0·37
Magnesia	16·48	15·99	+0·49
Wasser	1·00	1·49	—0·49

Der vorstehenden Untersuchung gemäss ist der Pargasit von Pargas eine Mischung von Normalsilicaten. Gleichzeitig gebildeter Phlogopit scheint eine wesentliche Beimengung desselben auszumachen.

Glaucophan.

Der Glaucophan von Zermatt (Wallis) wurde zum erstenmale von C. Bodewig[1] untersucht. Bei der Durchführung der Analyse unterliess derselbe leider die Bestimmung des Wassergehaltes, welcher Mangel an der gelieferten Analyse jetzt umso mehr empfindlich ist, da Bodewig ein besseres Analysenmaterial vorgelegen zu haben scheint, als ich es vom Zermatter Glaucophanvorkommen erhalten konnte. Die Mangelhaftigkeit des angewendeten Materiales ist durch die Constatirung von Glimmerbeimengungen und durch Neubildungen, die auf Sprüngen und Rissen im Glaucophan vorhanden sind, nachweisbar. Sehr deutlich tritt der Einfluss der fremdartigen Körper auch in dem Resultate der Analyse in Erscheinung, da sich eine einfache

[1] Pogg. Ann. 1876, Bd. 158, S. 224.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

empirische Formel nicht aufstellen lässt. Die zur Analyse verwendeten, nach der prismatischen Zone entwickelten (∞P, $\infty P\infty$, $\infty P\breve{\infty}$) ohne Terminalflächen ausgebildeten Krystalle wurden einem Handstücke entnommen, welches den Glaucophan fast gänzlich von Paragonit eingehüllt zeigte. Sonst waren als Begleiter noch gelber dolomitischer körniger Kalk, etwas Quarz und sehr geringe Mengen von Granat zu bemerken. Zur Analyse war das Material selbstverständlich so viel als möglich gut ausgesucht.

Als Resultat der Analyse ergab sich folgende Zusammensetzung:

I. 0·9134 Grm. bei 103°C. getrockneter Substanz gaben 0·5375 Grm. Kieselsäure; 0·0594 Grm. Eisenoxyd; 0·1175 Grm. Thonerde; 0·0215 Grm. Kalk; 0·3544 Grm. pyrophosphorsaure Magnesia entsprechend 0·1280 Grm. Magnesia.

II. 0·7095 Grm. getrockneter Substanz gaben 0·4164 Grm. Kieselsäure; 0·0454 Grm. Eisenoxyd; 0·0931 Grm. Thonerde; 0·0132 Grm. Kalk; Magnesia nicht bestimmt.

III. 0·9691 Grm. bei 103°C. getrockneter Substanz gaben 0·1179 Grm. Chlornatrium entsprechend 0·06248 Grm. Natron.

IV. 1·0205 Grm. Substanz nach der Methode von Sipöcz aufgeschlossen gaben 0·0259 Grm. Wasser.

V. 0·5015 Grm. Substanz verbrauchten 2·1 Cctm. Chamaeleon; 1 Cctm. Chamaeleon entsprach 0·010853 Grm. Eisen; demnach entsprechen 2·1 Cctm. Chamaeleon 0·0228013 Eisen oder 0·0293 Grm. Eisenoxydul.

Die Untersuchung auf Fluor ergab kein Resultat. Aus diesem Ergebnisse berechnet sich folgende percentische Zusammensetzung:

	I.	II.	III.	IV.	V.	Mittel
Kieselsäure . .	58·84	58·69	—	—	—	58·76
Thonerde	12·86	13·12	—	—	—	12·99
Eisenoxydul .	—	—	—	—	5·84	5·84
Kalk	2·35	1·86	—	—	—	2·10
Magnesia	14·01	—	—	—	—	14·01
Natron	—	—	6·45	—	—	6·45
Wasser	—	—	—	2·54	—	2·54
						102·69

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Das specifische Gewicht wurde aus zwei Bestimmungen mit 1·3431 Grm. und 1·3184 Grm. Substanz im Pyknometer bei 16°C. zu 3.0469 und 3·0462 im Mittel gleich 3·0465 gefunden.

Nehmen wir auch hier eine Umrechnung des Eisenoxydulgehaltes auf Magnesia vor und berechnen die Analyse auf 100, so ergibt sich folgende reducirte Analyse:

Kieselsäure	58·71
Thonerde	12·98
Kalk	9·10
Magnesia	17·23
Natron	6·44
Wasser	2·54
	100·00

Die vorstehende Analyse lässt sich durch einen einfachen empirischen Ausdruck nicht darstellen. Wenn irgend ein bei der Ausführung der Analyse gemachter mir aber unbewusster Fehler hieran theilweise Mitschuld trüge, worauf die etwas hohe Percentsumme der Analyse deuten würde, so kann doch mit Sicherheit angenommen werden, dass hauptsächlich beigemengter Paragonit und fremdartige Verbindungen, die auf quer durch die Krystalle setzenden Rissen nachweisbar waren, die Aufstellung einer genauen empirischen Formel verhindern. Der relativ hohe Wassergehalt darf ebenfalls als Zeichen dafür genommen werden dass wasserhaltige Verbindungen als Beimengung im Glaucophan eingeschlossen sind. Die Quantität des beigemengten Paragonit kann jedoch im gegebenen Falle nicht bestimmt werden. Wenn es daher bei den gegebenen Umständen immerhin schwierig ist, für den analysirten Glaucophan einen bestimmten Ausdruck zu formuliren, so ist gegen die Annahme dennoch keine unanfechtbare Einsprache zu erheben, dass Bisilicate den Glaucophan zusammensetzen.

Werden die fremden Beimengungen nicht berücksichtigt, und versucht man aus den gefundenen Zahlen der Analyse zu berechnen, wie viel Kieselsäure die Basen zur Bildung eines Bisilicates bedürfen, so erhält man:

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

12·98	Percent	Al_2O_3	brauchen	22·63	Percent	SiO_2.
2·10	„	CaO	„	2·25	„	„
17·23	„	MgO	„	2·84	„	„
6·44	„	Na_2O	„	6·03	„	„
0·57	„	H_2O	„	1·91	„	„

Zum Schlusse wurde für den nach Thonerde, Kalk, Magnesia, und Natron erübrigten Rest von 1·91% Kieselsäure die entsprechende Menge Wasser gerechnet. Nach der vorgenommenen Vertheilung der einzelnen Bestandtheile zu Bisilicaten ergibt sich somit ein Überschuss von 1·97% Wasser.

Bei der Zerlegung der Analyse zu Bisilicaten war nach den gemachten Beobachtungen eine Differenz bestimmt zu erwarten. Bei den obwaltenden Umständen glaube ich entschieden die Ansicht vertreten zu müssen, dass der Glaucophan aus Bisilicaten bestehe, indem nicht nur eine Annäherung für dieses Verhältniss aus der obigen Vertheilung der Bestandtheile ersichtlich ist, welche trotz verschiedenen Einflüssen nicht gänzlich verwischt ist, sondern auch nach den bei dem Tremolith und Arfvedsonit gemachten Erfahrungen und nach den von anderen am Glaucophan ausgeführten Untersuchungen.

Dieselben Resultate erhielten nämlich Luedecke[1] gelegentlich der Untersuchung des Glaucophan von der Insel Syra und Bodewig bei der Untersuchung des Glaucophan von Zermatt. Nach meiner Analyse wäre aber entgegen den bisher bekannten Untersuchungen auch im Glaucophan ebenso wie bei dem Arfvedsonit SiH_2O_3 als ein Verbindungsglied in die Formel aufzunehmen. Der allgemeine Ausdruck für die Zusammensetzung des Glaucophan wäre demnach durch folgendes Schema darzustellen, dessen einzelne Verbindungen sich nach verschiedenen Verhältnissen zu mischen vermögen.

$$Si_3Al_2\ O_9$$
$$Si\ Ca\ O_3$$
$$Si\ Mg\ O_3$$
$$Si\ Na_2O_3$$
$$Si\ H_2\ O_3.$$

[1] Luedecke, Zeitsch. d. deutsch. geol. Ges., 1876, Bd. 28, S. 248.